

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 10-164413  
(43)Date of publication of application: 19.06.1998

(51)Int.Cl. H04N 5/225  
602B 7/34  
603B 13/36

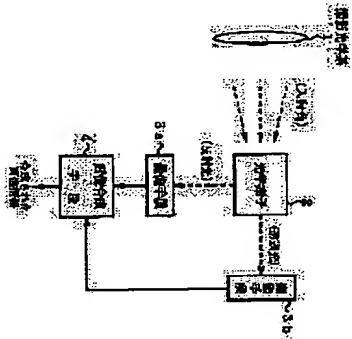
(21)Application number: 08-321804 (71)Applicant: NIKON CORP  
(22)Date of filing: 02.12.1996 (72)Inventor: UTAGAWA TAKESHI

(54) IMAGE-PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a image-pickup device that picks up an optical image in which the number of pixels of a picked-up image pattern is easily increased.

SOLUTION: An image-pickup device is provided with an image-pickup optical system 1 that forms an image from a light from an object, an optical element 2 that is placed toward an image space of the image-pickup optical system 1 to separate the image space, a plurality of image-pickup means 3a, 3b which are individually placed in each image space which is split by the optical element 2 and applies photoelectric conversion to the optical image split by the optical element 2, and an image-compositing means 4 that composites, image information, subjected to photoelectric conversion by a plurality of the image-pickup means 3a, 3b according to a positional relation of the image space prior to the split, and the optical element 2, portions out a light thereto into a transmitted light or a reflected light, depending on an incidence angle of the light thereto.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-164413

(43) 公開日 平成10年(1998)6月19日

(61) Int. Cl.<sup>6</sup> 識別記号

H 0 4 N 5/225  
G 0 2 B 7/34  
G 0 3 B 13/36

F I H 0 4 N 5/225  
G 0 2 B 7/11  
G 0 3 B 3/00

Z  
C  
A

審査請求 未請求 請求項の数10 OL

(全18頁)

(21) 出願番号 特願平8-321804

(22) 出願日 平成8年(1996)12月2日

(71) 出願人 000004112  
株式会社ニコン

(72) 発明者 坂川 健  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

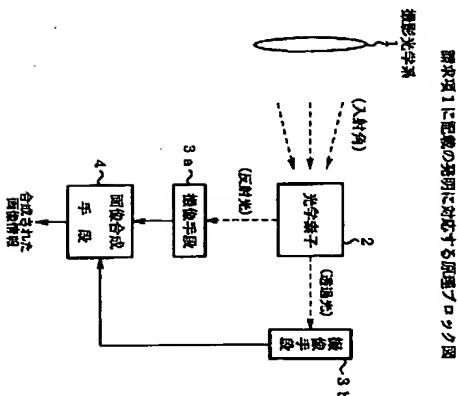
(74) 代理人 井理士 古谷 史旺 (外1名)

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、光像を撮像する撮像装置に関し、撮影画面の画素数を容易に増やすことができる撮像装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 被写体からの光を結像する撮影光学系1と、撮影光学系1の像空間側に配置されて像空間を分割する光学素子2と、光学素子2により分割された像空間ごとに個別に配置され、像空間ごとに分割形成される光像を光電変換する複数の撮像手段3a, 3bと、複数の撮像手段3a, 3bにより光電変換された画像情報を、分割前の像空間の位置関係に従って合成する画像合成手段4とを備え、光学素子2は、その光学素子2に対する光の入射角に応じて、光を透過光または反射光に振り分ける素子であることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被写体からの光を結像する撮影光学系と、

前記撮影光学系の像空間側に配置され、前記像空間を分割する光学素子と、

前記光学素子により分割された像空間ごとに個別に配置され、像空間ごとに分割形成される光像を光電変換する複数の撮像手段と、

前記複数の撮像手段により光電変換された画像情報を、分割前の像空間の位置関係に従って合成する画像合成手段とを備え、

前記光学素子は、その光学素子に対する光の入射角に応じて、光を透過光または反射光に振り分ける素子であることを特徴とする撮像装置。

【請求項2】 請求項1に記載の撮像装置において、前記光学素子は、

前記撮影光学系の光路上に空間を有する光学プリズムであり、該空間は、前記光路に対し傾斜したプリズム断面のすまに形成される空間であることを特徴とする撮像装置。

【請求項3】 請求項2に記載の撮像装置において、前記空間と前記撮影光学系の主平面とのなす角度が、前記空間における全反射の臨界角にほぼ等しいことを特徴とする撮像装置。

【請求項4】 請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の撮像装置において、

前記撮影光学系側から前記光学素子を介して見た前記複数の撮像手段は、

前記光学素子を介して遠分割される「前記撮影光学系の射出光束群」の到達区域において、重畳配置されてなることを特徴とする撮像装置。

【請求項5】 請求項4に記載の撮像装置において、前記画像合成手段は、

遠分割される前記射出光束群の前記到達区域については、重畳配置される撮像手段の画像情報を対称画像毎に加算することを特徴とする撮像装置。

【請求項6】 請求項1乃至請求項5のいずれか1項に記載の撮像装置において、

前記複数の撮像手段の受光面上において、光像が遠分割方向に空間画素すらしされる焦点状態を合焦位置として定め、焦点調節を行う焦点調節手段を備えたことを特徴とする撮像装置。

【請求項7】 請求項1に記載の撮像装置において、

前記複数の撮像手段は、前記光学素子による遠分割方向に対し直交する方向に、空間画素すらしを行って配置されることを特徴とする撮像装置。

【請求項8】 請求項1に記載の撮像装置において、前記複数の撮像手段は、

受光面上の受光セルの対角方向が、前記光学素子による遠分割方向と平行する向きに配置されてなることを特徴とする撮像装置。

【請求項9】 請求項1に記載の撮像装置において、前記画像合成手段は、

前記複数の撮像手段からの画像情報を画像補間して、画像情報間の空間位相を揃える画像補間手段と、

前記画像補間手段により空間位相が揃えられた画像情報を対称画像ごとに加算する画素加算手段とを備えたことを特徴とする撮像装置。

【請求項10】 請求項1に記載の撮像装置において、前記撮影光学系は、像空間側をほぼテラセントリック系とする光学系であることを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光像を撮像する撮像装置に関し、特に、光像を複数の分割して個別に撮像する撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電子カメラやビデオカメラなどには、光像を撮像する撮像装置が搭載されている。この種の撮像装置において撮影画像数を単調に増やすと、撮像素子が大型化するという問題が生じなければならず、撮像素子が高価になるという問題があった。

【0003】そこで、等面的に撮影画素数を増やす方式として、複数の撮像素子の受光セルをすらしで配置するものが知られている（以下、このような構成を「空間画素すらし」という）。図16は、この種の空間画素すらしを行った撮像装置の従来例を説明する図である。

【0004】図16（a）に示す構造図において、撮影光学系91の光軸上には、マイクロレンズ91aと91bが配置され、撮影光学系91からの入射光を赤成分と青成分との混合光（マゼンダ成分）と、2つの緑成分とに色分解する。なお、緑成分における光の分解は、ハーフミラーによる分解であり、入射角に依存した分割ではない。

【0005】混合光の進行方向には、赤および青の光学フィルタをストライプ状もしくは市松状に並べたフィルタレイ（図示せず）を介して、赤専用CCD93が配置される。このような赤専用CCD93を用いて、光像の赤成分および青成分がそれぞれに光電変換される。一方、2つの緑成分の進行方向には、緑専用CCD94、95が個別に配置される。緑専用CCD94、95の受光セルは、図16（b）に示すように、縦横に1/2画素ずつずらしで配置される。

【0006】このように受光セルをすらしで配置することにより、光電変換の原点点は、2つの緑専用CCD94、95の間で半位相ずつされる。すなわち、図16（γ）に示すように、一方の緑専用CCD94は、原点点a1～a8において光電変換を行う。他方の緑専用CCD

95は、原点点b1～b8において光電変換を行う。【0007】このように空間位相がずれた光電出力を、空間上で互い違いに再配列することにより、緑成分の画像情報を高解像度にすることができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、画像情報量の多い、即ち撮影画素数の多い撮像装置を構成する場合、これを単一の撮像素子で構成しようとする、その画素密度が高くなるために製造歩留まりの低い高画素な撮像素子を取って使用しなければならないという問題点があった。

【0009】これを解決する方式として、画素数の少ない複数の撮像素子を空間画素すらししたものが知られている。このような空間画素すらしを行う撮像装置においては、1/2画素程度のオーバーラップで撮像素子を正確に位置調整しなければならないという問題点があった。そのため、撮像装置の製造工程では、撮像素子の位置調整がネックとなり、撮像装置の組み立て性が低いという問題点があった。

【0010】そこで、請求項1、2に記載の発明では、等面的な撮影画素数の増加を実現できる撮像装置を提供することを目的とする。請求項3に記載の発明では、請求項1の目的と併せて、複数の撮像手段（後述）とを目的とする。請求項4に記載の発明では、請求項1の目的と併せて、遠分割された光像をもれなく確実に撮像することができるとする撮像装置を提供することとする。

【0011】請求項5に記載の発明では、請求項4の目的と併せて、遠分割された光像の画度を正確かつ簡便に補正することができるとする撮像装置を提供することとする。請求項6、7に記載の発明では、遠分割された光像について空間画素すらしを簡便に実施する撮像装置を提供することを目的とする。請求項8に記載の発明では、請求項1の目的と併せて、縦横2方向同時に空間画素すらしを簡便に実施する撮像装置を提供することとする。

【0012】請求項9に記載の発明では、請求項1の目的と併せて、空間画素すらしにより得られた画像情報を適正に合成することできる撮像装置を提供することとする。請求項10に記載の発明では、請求項1の目的と併せて、光像の大さと空間画素すらしの効果を撮影画面の全域にわたって均等に得ることができるとする撮像装置を提供することとする。

【0013】

【課題を解決するための手段】図1は、請求項1に記載の発明に対応する原理ブロック図である。請求項1に記載の発明は、被写体からの光を結像する撮影光学系1と、撮影光学系1の像空間側に配置されて像空間を分割する光学素子2と、光学素子2により分割された像空間

ごとに個別に配置され、像空間ごとに分割形成される光像を光電変換する複数の撮像手段3a、3bと、複数の撮像手段3a、3bにより光電変換された画像情報を、分割前の像空間の位置関係に従って合成する画像合成手段4とを備え、光学素子2は、その光学素子2に対する光の入射角に応じて、光を透過光または反射光に振り分ける素子であることを特徴とする。

【0014】図2は、請求項2に記載の発明を説明する図である。請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の撮像装置において、上記の光学素子2は、撮像光学系1の光路上に空間5cを有する光学プリズム5であり、該空間5cは、光路に対し傾斜したプリズム断面5a、5bのすまに形成される空間であることを特徴とする。

【0015】図3は、請求項3に記載の発明を説明する図である。請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の撮像装置において、空間5cと撮影光学系1の主平面Sとのなす角度θsが、空間5cにおける全反射の臨界角αにほぼ等しいことを特徴とする。（言い換えると、撮影光学系1の光軸上の傾斜角θsが臨界角αとなる様に、角度θsを設定する。）

図4は、請求項4、5に記載の発明を説明する図である。

【0016】請求項4に記載の発明は、請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の撮像装置において、撮影光学系1側から光学素子2を介して見た複数の撮像手段3a、3bは、光学素子2を介して遠分割される「撮影光学系1の射出光束群」の到達区域において、重畳配置されてなることを特徴とする。請求項5に記載の発明は、請求項1に記載の撮像装置において、画像合成手段4は、遠分割される射出光束群の到達区域については、重畳配置される撮像手段3a、3bの画像情報を対称画像毎に加算することを特徴とする。

【0017】図5は、請求項6、7に記載の発明を説明する図である。請求項6に記載の発明は、請求項1乃至請求項5のいずれか1項に記載の撮像装置において、複数の撮像手段3a、3bの受光面上において、光像が遠分割方向Eに空間画素すらし（図5中のWn）される焦点状態を合焦位置Pとして定め、焦点調節を行う焦点調節手段6を備えたことを特徴とする。

【0018】請求項7に記載の発明は、請求項1に記載の撮像装置において、複数の撮像手段3a、3bは、光学素子2による遠分割方向Eに対し直交する方向に、空間画素すらし（図5中のWv）を行って配置されることを特徴とする。図6は、請求項8に記載の発明を説明する図である。

【0019】請求項8に記載の発明は、請求項1に記載の撮像装置において、複数の撮像手段3a、3bは、受光面上の受光セル7の対角方向Cが、光学素子2による遠分割方向Eと平行する向きに配置されてなることを特

5  
做とする。図7は、請求項9に記載の発明を説明する図である。請求項9に記載の発明は、請求項1に記載の撮像装置において、画像合成手段4は、複数の撮像手段3a, 3bからの画像情報を面素補間して、画像情報間の空間位相を揃える面素補間手段4aと、面素補間手段4aにより空間位相が揃えられた画像情報を対応面素ごとに加算する面素加算手段4bとを備えたことを特徴とする。

【0020】図8は、請求項10に記載の発明を説明する図である。請求項10に記載の発明は、請求項1に記載の撮像装置において、撮影光学系1は、像空間側をほぼテレセントリック系とする光学系であることを特徴とする。なお、ここでは、像空間側が密にテレセントリック系を構成している必要はない。例えば、35mmカメラ用の撮影レンズで撮像素子に光像を結像させる組合のように、撮像素子の受光面の大きさに比べて撮影レンズの射出瞳の位置が十分離れていればよい。このような構成は、ほぼテレセントリック系を構成しているといふことができる。

【0021】(作用) 請求項1にかかわる撮像装置では、撮影光学系1の像空間側に、光学素子2が配置される。この光学素子2は、光の入射角に応じて光を反射光と透過光とに分けられる。このような光学作用により、像空間が複数に分割される。

【0022】このように分割された像空間では、撮影光学系1による光像がそれぞれに結像する。複数の撮像手段3a, 3bは、これらの光像を個別に撮像し、画像情報に変換する。

【0023】画像合成手段4は、分割前の像空間の位置関係に基づいて、個々に撮像された画像情報を再配置して合成し、撮影画面の全域にわたる画像情報を得る。請求項2にかかわる撮像装置には、光学素子2として、空隙5cを有する光学プリズム5が配置される。ここで、光学プリズム5と空隙5c内の媒質との相対屈折率をn<sub>d</sub>とすると、空隙5cにおける全反射の臨界角φは、下式(1)で算出される。

$$\sin \phi = \frac{1}{n_d} \quad (1)$$

ここで臨界角φより大きな角度で入射する光は、プリズム断面5aにおいて全反射される(図2中のA)。一方、臨界角φより小さな角度で入射する光は、その大部分(例えば、96%程度)がプリズム断面5aを透過して、屈折光となる。この屈折光は、プリズム断面5bに到達して逆方向に屈折され、元の進行方向へ進む(図2中のB)。

【0025】なお、光が透過するプリズム各面については、反射防止(コーティングなど)を施しておく、分層がさらに随然になるのが好ましい、このような光学作用により、光学プリズム5は、光を入射角に応じて反射光または透過光に振り分けることができる。なお、全反

射を生じる条件は、上記の相対屈折率n<sub>d</sub>が「1」以上であればよいので、空隙5c内の媒質は空気や真空に限定されるものではない。

【0026】請求項3にかかわる撮像装置では、撮影光学系1の主平面S1と「空隙5c」とのなす角度θsが、全反射の臨界角φにほぼ等しく設定される。この条件のもとでは、図3に示すように、撮影光軸に平行して進行する光の入射角φ、臨界角φにはほぼ等しくなる。したがって、光学プリズム5は、撮影光学系1からの入射光を、撮影光軸に平行する光線の入射角を揃にして、反射光と透過光とに分けられる。

【0027】請求項4にかかわる撮像装置では、光学素子2の光学作用により、射出光束の到達位置に応じて、撮像手段3a, 3bに到達する射出光束が変化する。例えば、図4(a)では、射出光束が、臨界角φを全て下回る入射角で光学素子2に入射する。そのため、射出光束は、光学素子2を透過して、撮像手段3bのγ区域に到達する。このような射出光束については、射出瞳に分割は生じない。

【0028】図4(b)では、射出光束が、臨界角φ前後の入射角で光学素子2に入射する。そのため、射出光束は、臨界角φを境にして振り分けられ、撮像手段3aのβ1区域と、撮像手段3bのβ2区域に到達する。したがって、このような射出光束については、射出瞳の分割が生じる。図4(c)では、射出光束が、臨界角φを全て上回る入射角で光学素子2に入射する。そのため、射出光束の全部が光学素子2に全反射され、撮像手段3aのα区域に到達する。このような射出光束については、射出瞳は分割されない。

【0029】一般に、射出瞳の形状は、撮影画面上においてボケ形状として表れる。そのため、β1区域およびβ2区域には、ボケ形状が分析して表れる。したがって、撮像手段3aをβ1区域まで配置し、撮像手段3bをβ2区域まで配置することにより、分割されたボケ形状を随然に撮像することができる。請求項5にかかわる撮像装置では、上記のように、射出光束の到達位置によって、射出瞳の分割比が変化する。

【0030】一般に、点像の明るさは、射出瞳の面積に比例する。そのため、瞳分割される区域では、射出瞳の分割比に応じて、画像情報の輝度パターンが変化する。

ここで、図4(b)に示されるように、分割された射出瞳について面積の総和を求めると、撮影光学系1の射出瞳の面積と常に一致する。したがって、β1区域およびβ2区域において、対応面素ごとの画像情報を加算することにより、被写体本来の輝度パターンを正確に再現することができる。

【0031】なお、β1区域(またはβ2区域)の画像情報を、射出瞳の分割比に応じて、利得補正することにより、輝度パターンの変化を打ち消すこともできる。しかしながら、このような利得補正では、低輝度の画像信

7  
報を増幅するため、画像情報のS/Nが低下してしまふ。さらに、一方の画像情報のみを使用するためにボケ形状を正確に再現できない。

【0032】一方、本発明の構成では、複数の画像情報を加算することにより、複数の撮像手段3a, 3bに非相関に生じるノイズ成分(CCD撮像素子の暗電流ノイズなど)が的確に低減される。また、複数の撮像手段3a, 3bに分析されたボケ形状を正確に再現することもできる。請求項6にかかわる撮像装置では、焦点調節手段6の合焦位置を、最適な合焦位置から面素にすらして設定する。その結果、撮像手段3a, 3bの受光面上には、微細なボケ像が生じる。このボケ像は、光学素子2による射出瞳の分割作用により分析される。

【0033】このように瞳分割されたボケ像Q1, Q2を図5に示す。このボケ像Q1, Q2の重心位置(いわゆるボケの芯)は瞳分割方向にWhだけ分離する。このスレ量Whを、撮像手段3aおよび撮像手段3bの相互間で1/2面素ほどに設定することにより、瞳分割方向の空間面素すらしが等分的に達成される。これを言い換えると、次のようになる。通常の焦点調整においては、スレ量Whを極力ゼロに近づけようとする。しかしながら、本発明では、撮像手段3aおよび撮像手段3bの画素境界が相対的に1/2面素ほどずれた状態が生じるようなデフォーカス量δD(図5)などを求め、これを合焦位置と定める。このような合焦位置の設定により、瞳分割方向の等分的な空間面素すらしが自動的に達成される。

【0034】このような空間面素すらしは、撮像手段3a, 3bを貼り合わせる際の位置関係を厳密に必要とせず、焦点調節手段6における合焦位置の設定のみにより実現することができる。

【0035】なお、上記のスレ量Whは、最大でも1/2面素を大きく越えることはないので、合焦位置をずらすことによるコントラスト低下は実用上無視できる範囲である。また、この程度の微細なボケの大きさは、固体撮像装置の解像限界を超えた範囲に属している。これによって解像性能が劣化することは左程ない。請求項7にかかわる撮像装置では、瞳分割方向と直交する方向には、撮像手段3a, 3bの位置調整による空間面素すらしが行われる(図5中のWv)。

【0036】請求項8にかかわる撮像装置では、「光学素子2による瞳分割方向E」と「受光セル7の対角方向C」とが、平行に配置される。このような構成では、図6に示すように、受光セル7の配列に対して斜め方向にボケ像Q1, Q2が分析する。したがって、合焦位置を僅かにずらしただけに、縦横方向について空間面素すらしを等分的に達成することが可能となる。

【0037】請求項9にかかわる撮像装置では、複数の撮像手段3a, 3bから出力された画像情報をそれぞれ面素補間した後に加算する。ここで、図7(c)に示す

5  
ように、点像が大きくぼけた結像状態を考える。このボケ像は、光学素子2の瞳分割方向に分割される。撮像手段3aは、分割された一方のボケ像を撮本点a1~a8で光電変換する(図7中の白丸印)。

【0038】一方、撮像手段3bは、分割された他方のボケ像を撮本点b1~b8で光電変換する(図7中の四角印)。図7(β)は、従来の処理と同様に、これらの画像情報を互い違いに再配列した場合を示した図である。このような合焦処理では、不自然なジザグパターンが生じる。

【0039】一方、請求項9の発明では、図7(γ)に示すように、まず、面素補間手段4aが、両方の画像情報をそれぞれに面素補間して面素数を増やし、互いの空間位相を揃える(図7中の黒丸印)。

【0040】次に、面素加算手段4bが、空間位相の揃った画像情報を互いに加算することにより、滑らかなボケ像が再現される。このように、請求項9の発明では、瞳分割による画像分割を行った際に、衍進合成画像を生成することができ。請求項10にかかわる撮像装置では、撮影光学系1の光学作用により、像空間側にテレセントリック系を形成する。

【0041】ここで、テレセントリック系とは、射出光束の主光線(図8中のP<sub>r</sub>)が、像空間側において一様に平行する光学系である。このようなテレセントリック系では、撮影画面に到達する全ての主光線P<sub>r</sub>が、同一の入射角で光学素子2に入射する。そのため、口径差などの影響を除けば、撮影画面の全域にわたって光学素子2による瞳分割が均一に生じる。

【0042】したがって、テレセントリック系を像空間側に構成することにより、上述の空間面素すらしの効果を撮影画面の全域にわたって得ることが可能となる。勿論、ここでの撮影光学系1は、厳密な意味でテレセントリック系に分類されなくともよい。例えば、撮像面サイズに比べて射出瞳の位置が十分に遠ければ、上記の作用効果を十分に得ることができる。

【0043】[発明の実施の形態] 以下、図面に基づいて、本発明における実施形態を説明する。

(第1の実施形態) 図9は、第1の実施形態(請求項1〜3に对应する)を示す図である。図10は、第1の実施形態における光学プリズム14の構造を示す斜視図である。

【0044】これらの図において、撮像装置11に撮影光学系13が取り付けられ、撮影光学系12の光軸上にある、絞り13および光学プリズム14が順に配置される。この光学プリズム14は、斜方6面体を対角方向に分析した形状の光学ガラスからなる。これらの光学ガラスを、可視光の波長の数倍〜数百倍以上の厚さをもつ金属薄片14dを間に挟んで固定することにより、プリズム断面14a, 14bの間に空隙14cを形成する。

【00045】なお、光学ガラスには一般的な面形状ラッパラス(BK7)が用いられ、空腔14cとの相対屈折率 $n_d$ は、1.52程度となる。この場合、空腔14cにおける全反射の臨界角 $\phi$ は、41°程度になる。ここで、撮影光軸の直交面(主平面と平行する面)と空腔14cとのなす角度が、臨界角 $\phi$ にほぼ等しくなるように配置する。このような光学ガラス14の構成により、撮影光学系12の光軸に平行する光線を境に、光が反射光と透過光とに区分される。(実験的にも、光量が二分される程度の角度に設定するようにしてもよい。)この空腔14cによる光反射方向に撮像素子15aが配置され、光透過方向に撮像素子15bが配置される。

【00046】これらの撮像素子15a、15bは、次の位置関係(1)、(2)を満足するように配置される。

(1) 撮像素子15bの受光面は、撮影光軸上に予め設定された仮想的な撮影画面上に配置され、受光面の右端は、撮影画面の右端に一致する。一方、受光面の左端は、「開放絞り状態の射出面」の左端を、臨界角 $\phi$ に沿って撮影画面に下ろした位置に一致する。

【00047】(2) 空腔14cを鏡映面とした「撮像素子15aの受光面」の鏡像は、上述の仮想的な撮影画面上に位置する。その鏡像の左端は、撮影画面の左端に一致する。一方、その鏡像の右端は、「開放絞り状態の射出面」の右端を、臨界角 $\phi$ に沿って撮影画面に下ろした位置に一致する。(実験的にも、光量が二分される程度の角度に設定するようにしてもよい。)このように配置された撮像素子15aの出力は、第1記億部16aを介して画像合成部17に接続され、一方の撮像素子15bの出力は、第2記億部16bを介して画像合成部17に接続される。

【00048】画像合成部17の出力は、合成画像記億部17aを介して出力制御部18に接続され、出力制御部18の出力は、表示部19および画像出力端子20に接続される。一方、撮像装置11の筐体にはリーズ制御部21が配置され、リーズ制御部21の出力は、リーズ制御部22に接続される。このリーズ制御部22の出力は、撮像素子15aおよび撮像素子15bに個別に接続される。

【00049】なお、請求項1～5に記載の発明と本実施形態との対応関係については、撮影光学系1は撮影光学系12に対応し、光学素子2は光学ガラス14に対応し、複数の撮像手段3a、3bは撮像素子15a、15bに対応し、画像合成手段4は画像合成部17に対応する。図11は、第1の実施形態の動作を示す流れ図である。

【00050】以下、これらの図に基づいて、第1の実施形態の動作を説明する。まず、リーズ制御部22の制御によると(図11S1)、リーズ制御部22の制御により、撮像素子15a、15bでは、光電荷の蓄積が開始される(図11S2)。この状態で、所定の露光時間

が経過すると(図11S3)、リーズ制御部22は、撮像素子15a、15bから画像情報を順次伝送し、第1記億部16aおよび第2記億部16bにそれぞれ記憶する(図11S4)。

【00051】ここで、画像合成部17は、第1記億部16aに記憶された画像配列を左右に反転する(図11S5)。このように前処理された画像情報に対し、画像合成部17は、次の画像合成を開始する。

【00052】まず、画像合成部17は、重畳区域(図9中の $\beta$ 1区域および $\beta$ 2区域)の画像を、対応画像ごとに加算し、合成画像記億部17aに格納する(図11S6)。次に、重畳しない区域(図9中の $\alpha$ 区域および $\gamma$ 区域)の画像をそれぞれ伝送し、分割前の像空間の配列順( $\alpha$ → $\beta$ → $\gamma$ )に従って、合成画像記億部17aに格納する(図11S7)。

【00053】次に、出力制御部18は、合成画像記億部17aから合成後の画像情報を読み出し、外部に逐次出力する(図11S8)。以上説明した動作により、第1の実施形態では、撮影画面を左右に分割して撮像を行うので、撮影画面の大きさに比べて撮像素子15a、15bのチップサイズを小さくすることができ、したがって、大型の撮像素子を単体で使用する必要がなく、撮像素子にかかる部品コストを格段に下げることができ。

【00054】また、複数の撮像素子15a、15bを組み合わせて、1つの撮影画面を撮像するので、撮影画面の解像度を容易に高めることができる(撮像素子15aを単体で使用する場合に比べ、撮影画素数が容易に高められる)。したがって、高精細な画像情報を出力する撮像装置11を容易に実現することができ。さらに、

「撮影光学系12の主平面」と「空腔14c」のなす角度を全反射の臨界角 $\phi$ に等しく設定することになるので、撮影光軸に平行する光線を境に、光は反射光と透過光とに等分することが可能となる。このような構成では、反射側の像空間と、透過側の像空間とを対称に揃えることができるので、同じチップサイズの撮像素子15a、15bを使用することができ。

【00055】また、撮影光学系12側から見て、複数の撮像素子15a、15bが仮想的な撮影画面上に等間隔に配置されて見えるので、撮影画面の全体を欠損なく、撮像することができる。さらに、撮分される射出光配列の到達区域(図9中の $\beta$ 1区域、 $\beta$ 2区域)に、撮像素子15a、15bを重ねて配置するので、光学ガラス14を介して取り分けられる射出光線を全て撮像できる。したがって、分割後の像空間にまたがって形成されるガタ形状までも逃さず撮像することができ。

【00056】また、撮分される射出光配列の到達区域(図9中の $\beta$ 1区域、 $\beta$ 2区域)について、画像情報を対応画像ごとに加算することにより、撮分された光線の輝度変化を正確かつ簡単に修正することができる。次に、別の実施形態について説明する。

(第2の実施形態) 図12は、第2の実施形態(請求項6、7、9、10に対応)を示す図である。

【00057】図12において、撮像装置31にテレセントリック光学系32が取り付けられ、テレセントリック光学系32の物側焦点の位置に絞り33が配置される。このような光学配置により、絞り33(入射瞳)を通る光線群の主光線は、テレセントリック光学系32を通して全て平行に進行する。なお、このテレセントリック光学系32は、厳密な意味でテレセントリック系を構成しているが、撮影画面の大きさに比べて射出瞳の位置が十分遠い光学系をテレセントリック系として配置してもよい。

【00058】このテレセントリック光学系32の像空間側には、光学ガラス34が配置される。この光学ガラス34は、立方体状の光学ガラスの内部に、斜め45°に傾斜した平面状の空腔34cを設けて構成される。この空腔34cによる光反射方向に撮像素子35aが配置され、光透過方向に撮像素子35bが配置される。これらの撮像素子35a、35bは、空腔34cを挟んで鏡映関係の位置に配置される。また、撮像素子35a、35bの受光面上の受光セルは、光学ガラス34による撮分方向に対して直交する方向に1/2画素分ずつらして配置される。

【00059】このように配置された撮像素子35aの出力は、第1記億部36aを介して画像補間部37に接続され、一方の撮像素子35bの出力は、第2記億部36bを介して画像補間部37に接続される。画像補間部37の出力は、画像合成部38および画像合成記億部38aを介して出力制御部39に接続され、出力制御部39の出力は、表示部40および画像出力端子41に接続される。

【00060】一方、撮像装置31の筐体には、リーズ制御部42が設けられ、リーズ制御部42のスイツチ出力は、リーズ制御部43および測距部44に接続される。このリーズ制御部43の出力は、撮像素子35aおよび撮像素子35bに個別に接続される。また、測距部44は、撮像装置31の前側に配置され、測距部44からの測距データは焦点制御部45に入力される。焦点制御部45は、焦点駆動機構46を介して、テレセントリック光学系32および絞り33を前後に駆動する。

【00061】勿論、測距部44については、これに限るものではなく、いわゆる公知のTTL方式の焦点検出装置などであっても構わない。なお、請求項6、7、10に記載の発明と第2の実施形態との対応関係については、撮影光学系1はテレセントリック光学系32に対応し、光学素子2は光学ガラス34に対応し、複数の撮像手段3a、3bは撮像素子35a、35bに対応し、画像合成手段4は画像補間部37および画像合成部38に対応し、焦点制御手段6は焦点制御部45に対応する。

【00062】請求項9に記載の発明と第2の実施形態との対応関係については、画像補間手段4aは画像補間部37に対応し、画像加算手段4bは画像合成部38に対応する。図13は、第2の実施形態の動作を示す流れ図である。以下、これらの図に基づいて、第2の実施形態の動作を説明する。

【00063】まず、リーズ制御部42が押押されると(図13S1)、測距部44は、被写体までの距離を測距する。焦点制御部45は、この測距値に基づいて、テレセントリック光学系32の合焦位置を算出する(図13S2)。次に、焦点制御部45は、予め設定されたズレ量だけ合焦位置をずらす(図13S3)。このズレ量は、反射像と透過像とが撮像素子35a、35bの受光面上で撮分方向に1/2画素ほど分離するために必要なズレ量である。

【00064】厳密には、このズレ量は、撮像素子35a、35bの取り付け位置により変化する値である。そのため、撮像素子35a、35bの取り付け位置が精密に調整されている場合には、ズレ量は設置単位に左程はらつかず一定値となる。一方、撮像素子35a、35bの取り付け位置が調整されない場合には、ズレ量は設置単位に異なる値となる。

【00065】例えば、このズレ量は次のようにして設定される。まず、後述する合成後の画像情報を取り込み、空間周波数の高域成分を抽出する。この状態で、テレセントリック光学系32を前後に線り出し、高域成分が最大となる焦点位置を探索する。このときの焦点位置と理論上の合焦位置との差分をズレ量として設定する。焦点制御部45および焦点駆動機構46は、このようにずらされた合焦位置まで、テレセントリック光学系32および絞り33を移動する(図13S4)。

【00066】この状態で、リーズ制御部43の制御によると(図13S5)、リーズ制御部43の制御により、撮像素子35a、35bは光電荷の蓄積を開始する(図13S6)。ここで、所定の露光時間が経過すると(図13S7)、リーズ制御部43は、撮像素子35a、35bから画像情報を順次伝送させ、第1記億部36aおよび第2記億部36bにそれぞれ記憶する(図13S8)。

【00067】ここで、第1記億部36aは、画像配列の左右を反転する(図13S9)。この状態で、第1記億部36aおよび第2記億部36bにそれぞれ格納された画像情報に対し、図14に示すような画像合成が実施される。

【00068】まず、画像補間部37は、一方の画像情報の各画素(a11～a33)に対し、補間用のオペレータをかけて画像補間を行い、各画素の隣接および斜めに位置する画素(4)を求める。また、画像補間部37は、他方の画像情報の各画素(b11～b33)に対しても同様の画像補間を行い、各画素の隣接および斜めに位

図する画素 (p) を求める (図13S10)。  
【0069】次に、画像合成部38は、補間後の画像情報を対応画素ごとに加算して、合成画像記憶部38aに記憶する (図13S11)。出力制御部18は、合成画像記憶部38aから合成後の画像情報を読み出し、外部に逐次出力する (図13S12)。以上説明した動作により、第2の実施形態では、光学プリズム34による分光方向に空間画素ずらしを等価的に実施することができ、このような空間画素ずらしは、分光方向への撮像素子35a、35bの位置調整を特に必要とせず、合焦位置の設定のみにより簡便に実現することができ

る。  
【0070】また、第2の実施形態では、合焦位置ずらしによる分光方向の空間画素ずらしの他に、分光方向と直交する方向についても、位置調整による空間画素ずらしが行われる。このような空間画素ずらしは、一軸方向の位置調整となるので、従来の二軸方向の位置調整に比べて、遥かに容易な位置調整となる。さらに、両方の画像情報を画像補間した後に、対応画素ごとの加算するので、分割されたボク像などを的確に合成して自然なボケ形状を再現することが可能となる。

【0071】また、像空間側にテレセントリック系を形成するので、像空間側の全ての主光軸は、同じ入射角で光学素子に入射する。そのため、口径差などの影響を除けば、撮影画面の全域にわたって光学素子による分光割が均一に生じる。したがって、テレセントリック系を像空間側に形成することにより、上述の空間画素ずらしの効果を撮影画面の全域にわたって得ることができる。

【0072】なお、上述した実施形態では、電子シャッター (光電荷の蓄積時間を撮像素子側で制御するシャッタ) を使用しているが、それに限定されるものではない。例えば、レンズシャッターやファームウェアシャッターその他のシャッターを使用してもよい。また、上述した実施形態では、合成中の画像情報を一時的に記憶するために、合成画像記憶部を設けているが、その構成に限定されるものではない。例えば、合成画像記憶部を無くして、合成中の画像情報をメモリーカードその他の外部記憶媒体に直接記憶するようにしてもよい。

【0073】さらに、上述した実施形態では、静止画像の撮像について述べたが、本発明はそれに限定されるものではない。特に、本発明における画像情報の合成処理は、画像情報の伝送処理および加算処理などからなる単純な処理なので、合成処理を実時間で行うことができる。したがって、画像合成を実時間で行うことにより、動画の撮像が可能となる。

【0074】また、上述した実施形態では、空腔の幅を光の波長の数倍以上とすることにより反射光と透過光とを急峻に区分していたが、この構成に限定されるものではない。例えば、空腔の幅を光の波長のオーダーとした

射光と透過光との区分をなだらかにすることができ (図15に示すq)。このような構成では、分割されるボケ像が互いにオーバーラップするので、特殊な撮影効果を得ることができる。

【0075】また、上述した実施形態では、空腔内の媒質として空気を使用していたが、この構成に限定されるものではない。一般的には、光学プリズムと空腔との相對屈折率が「1」以上であれば、空腔において全反射を生じる。したがって、この条件を満たす物質であれば空腔内に入れることができる。さらに、第1の実施形態では、撮影光学系12の主平面に対し空腔14cを4.1°ほど傾けているが、これに限定されるものではない。例えば、相對屈折率が1.41程度の光学プリズムを使用すれば、撮影光学系12の主平面に対し空腔14cを丁度4.5°傾けることができる。このような屈折率に極めて近い光学部材としては、例えば、ガラスチップ、螢石、異状分散ガラスなどが使用できる。

【0076】また、第2の実施形態では、光学プリズム34の分光方向と受光セルの横辺とを平行に配しているが、これに限定されるものではない。例えば、図6に示したように、光学プリズム34の分光方向と受光セルの対角方向とを平行に配してもよい。このように構成 (請求項8に対応) では、合焦位置ずらしによって縦横2方向の空間画素ずらしを等価的に実現することができる。

【0077】さらに、第2の実施形態では、スライスの実測方法について一例を挙げているが、それに限定されるものではない。例えば、次のようにしてもよい。まず、テストパターンなどを撮像しつつ、焦点調節状態を可変する。この状態で、撮像素子35a、35bから出力される画像パターンを撮照し、画像パターンが1/2画素ずれる位置を求める。この位置を既定上の合焦位置として、理論上の合焦位置とのスライスを算出する。

【0078】また、被写体距離やF値その他の撮影条件を変えて上記のような実測方法を行い、各種の撮影条件における適正なスライスを求めてもよい。これらのスライスを撮影条件に応じて選択使用することにより、より正確な空間画素ずらしを実現することができる。さらに、第2の実施形態では、外光ファイナ方式または外部パシフィカ方式の焦点制御について述べたが、本発明は焦点制御の方式に限定されるものではない。例えば、TTL方式であるコントラス方式、位相差検出方式その他の焦点制御を採用することができる。

【0079】以上説明したように、請求項1に記載の発明では、テレセントリック系などの光学系を除けば、撮影画面を小さく区分することができ、したがって、撮影画面に比べて個々の撮像手段のチップサイズを小さくすることができる。

【0080】通常、チップサイズが1/2に小さくなる

と、製造上の歩留まりは4倍程度に高くなる。そのため、撮像手段を必要最小だけ確保することが容易になり、撮像手段にかかる部品コストを格段に下げることができ

る。さらに、個々の撮像手段を組み合わせて、1つの撮影画面を撮像するので、撮影画面の大型化を容易に実現することができる。

【0081】また、単体の撮像手段を使用する場合に比べ、複数の撮像手段を組み合わせることで、撮影画面の解像度を容易に高めることができる。したがって、天面面かつ高解像度な画像情報を出力する撮像装置を容易に実現することができる。請求項2に記載の発明では、光学素子として、斜め向きの空腔を有する光学プリズムを配置する。この空腔の光学作用により、撮影光学系からの入射光が、入射角に応じて反射光または透過光に振り分けられる。

【0082】請求項3に記載の発明では、「撮影光学系1の主平面」と「空腔」のなす角度が、全反射の臨界角に近い角度に設定される。そのため、光学プリズムは、撮影光学系からの入射光を、撮影光軸に平行する光線の入射角を境にして、ほぼ均等な反射光と透過光とに振り分けることができる。このように、撮影光軸に平行する光線を境に光を振り分けることにより、反射側の像空間と、透過側の像空間とを対称的に揃えることができる。

【0083】請求項4に記載の発明では、光学素子による分光割される射出光束の到達領域において、複数の撮像手段を直轄するように配置する。したがって、分光割される射出光束をわねく撮像することができ、また、分割後の像空間にまたがって形成されるボケ形状までも逃さず撮像することができる。

【0084】請求項5に記載の発明では、分光割される射出光束群の到達領域について、画像情報を対応画素ごとに加算することにより、分割後の画像情報に生じる輝度変化を正確かつ簡便に修正することができる。また、画像情報の加算を行うことにより、複数の撮像手段に分散されたボケ形状を正確に再現することもできる。

【0085】さらに、複数の撮像手段の画像情報を加算することにより、複数の撮像手段間の非相関なノイズ成分を的確に低減することもできる。請求項6に記載の発明では、焦点調節手段における合焦位置の設定を、最速な合焦位置から僅かにずらすことにより、光学素子による分光割の方向に空間画素ずらしを施すことができる。

【0086】このような空間画素ずらしは、撮像手段の位置調整を特に必要とせず、焦点調節手段における合焦位置の設定のみにより簡便に実現することができる。なお、上記の合焦位置ずらしによる光像のスライスは、最大でも1/2画素を大きく越えることはないので、焦点ボケによるコントラス低下は実用上無視できる範囲である。

【0087】請求項7に記載の発明では、分光割方向と直交する方向について空間画素ずらしを実施する。した

がって、請求項6の構成と合わせた場合には、縦横2方向について画像情報の解像度を向上させることが可能となる。また、一軸方向に限定して、複数の撮像手段を位置調整すればよいので、従来の二軸方向の位置調整に比較して、遥かに位置調整が容易となる。

【0088】請求項8に記載の発明では、「光学素子による分光割方向」と「受光セルの対角方向」とを平行に配置するので、合焦位置を僅かにずらすことにより縦横2方向の空間画素ずらしを等価的に達成することができる。請求項9に記載の発明では、画像補間後の画像情報を、対応画素ごとに加算する。このような合成処理により、分割されたボケ像などを的確に合成し、自然なボケ形状などを再現することが可能となる。

【0089】請求項10に記載の発明では、像空間側にほぼテレセントリック系を形成するので、像空間側の主光軸は、全て同じ入射角で光学素子に入射する。そのため、口径差などの影響を除けば、撮影画面の全域にわたって、光学素子による分光割が均一に生じる。したがって、ほぼテレセントリック系を像空間側に形成することにより、上記の空間画素ずらしの効果を撮影画面の全域にわたって得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1に記載の発明に対応する原理ブロック図である。  
【図2】請求項2に記載の発明を説明する図である。  
【図3】請求項3に記載の発明を説明する図である。  
【図4】請求項4、5に記載の発明を説明する図である。  
【図5】請求項6、7に記載の発明を説明する図である。

【図6】請求項8に記載の発明を説明する図である。  
【図7】請求項9に記載の発明を説明する図である。  
【図8】請求項10に記載の発明を説明する図である。  
【図9】第1の実施形態 (請求項1～5に対応する) を示す図である。

【図10】第1の実施形態における光学プリズム14の構造を示す斜視図である。

【図11】第1の実施形態の動作を示す流れ図である。

【図12】第2の実施形態 (請求項6、7、9、10に対応) を示す図である。

【図13】第2の実施形態の動作を示す流れ図である。

【図14】合成処理のデグラフィローを説明する図である。

【図15】分光割のクロスオーバー調整を説明する図である。

【図16】この種の空間画素ずらしを行った撮像装置の従来例を説明する図である。

【符号の説明】

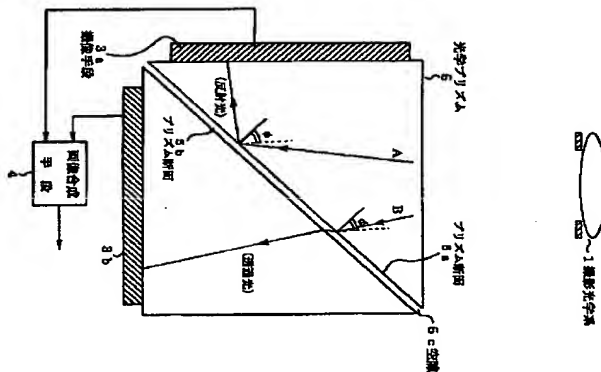
1 撮影光学系  
2 光学素子

- 3 a, 3 b 撮像手段
- 4 画像合成手段
- 4 a 画像補間手段
- 4 b 画像加算手段
- 5 光学プリズム
- 5 a, 5 b プリズム断面
- 5 c 空隙
- 6 焦点調節手段
- 7 受光セル
- 11 撮像装置
- 12 撮影光学系
- 13 絞リ
- 14 光学プリズム
- 14 a, 14 b プリズム断面
- 14 c 空隙
- 14 d 金属薄片
- 15 a, 15 b 撮像素子
- 16 a 第1配像部
- 16 b 第2配像部
- 17 画像合成部
- 17 a 合成画像配像部
- 18 出力制御部
- 19 表示部
- 20 画像出力端子
- 21 リリース部

【図1】

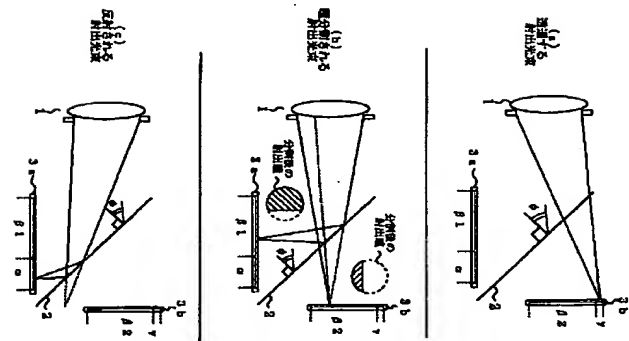
- 22 リリース制御部
- 31 撮像装置
- 32 テレセントリック光学系
- 33 絞リ
- 34 光学プリズム
- 34 c 空隙
- 35 a, 35 b 撮像素子
- 36 a 第1配像部
- 36 b 第2配像部
- 37 画像合成部
- 38 a 合成画像配像部
- 39 出力制御部
- 40 表示部
- 41 画像出力端子
- 42 リリース部
- 43 リリース制御部
- 44 測距部
- 45 焦点調節機構
- 46 焦点制御部
- 91 撮影光学系
- 92 ダイクロイックプリズム
- 93 赤青用CCD
- 94 緑用CCD
- 95 緑用CCD

【図3】



【図2】

図2は、図1に示す撮像装置の構成を示す図である。



【図4】

図4は、図2に示す撮像装置の構成を示す図である。

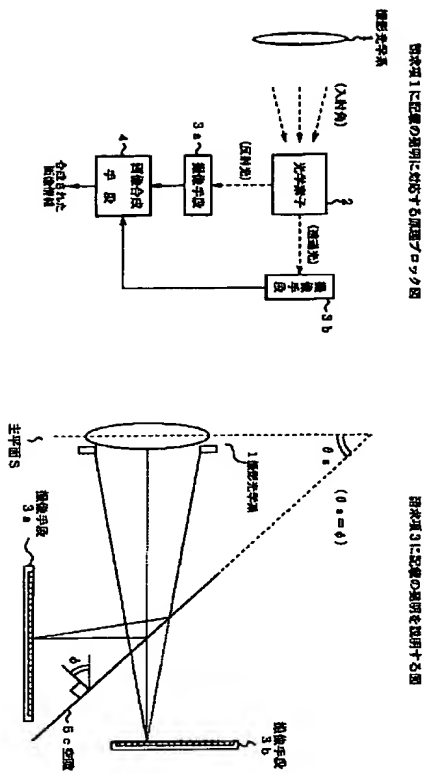


図1は、図1に示す撮像装置の構成を示す図である。

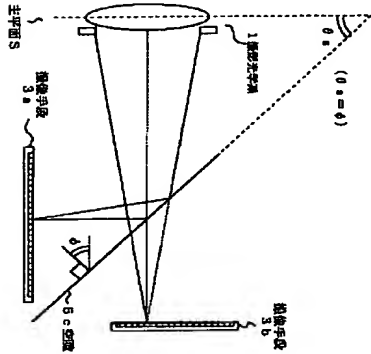
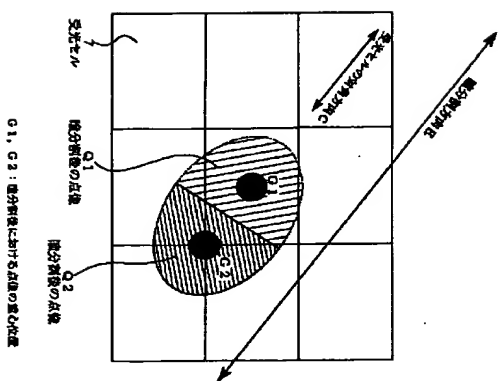


図3は、図1に示す撮像装置の構成を示す図である。



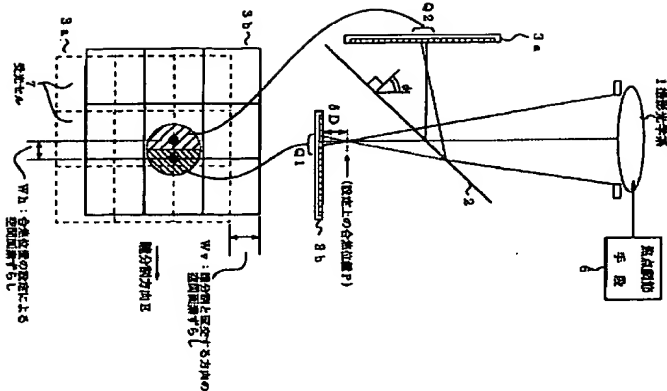
【図6】

図6は、図1に示す撮像装置の構成を示す図である。

Q1, Q2: 撮像素子における光の重心位置

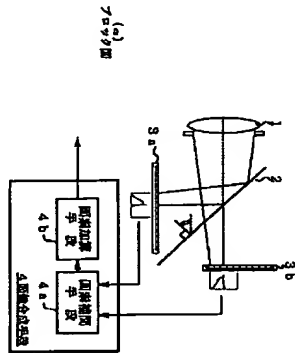
【図5】

図5項6、7に位置の照明を説明する図



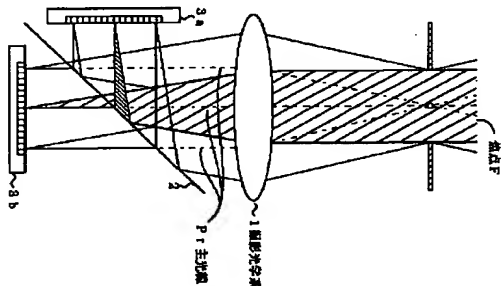
【図7】

図7項8に位置の照明を説明する図



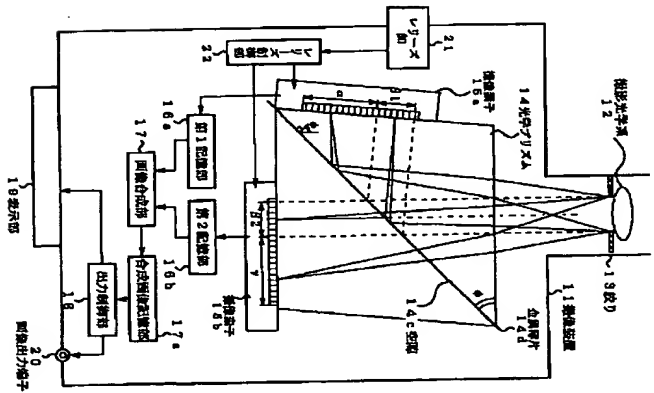
【図8】

図8項10に位置の照明を説明する図



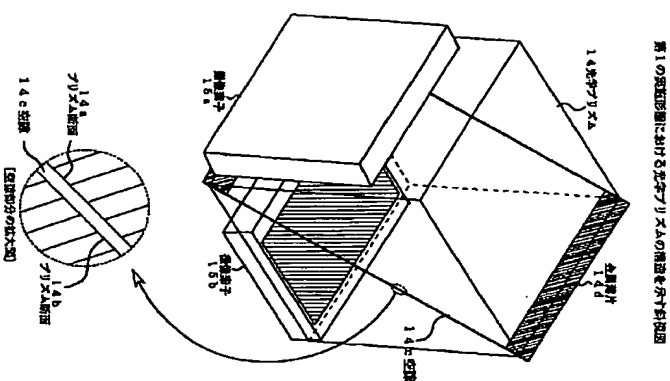
【図9】

図9の装置構成 (図5項1～6に位置の照明に相当) を示す図

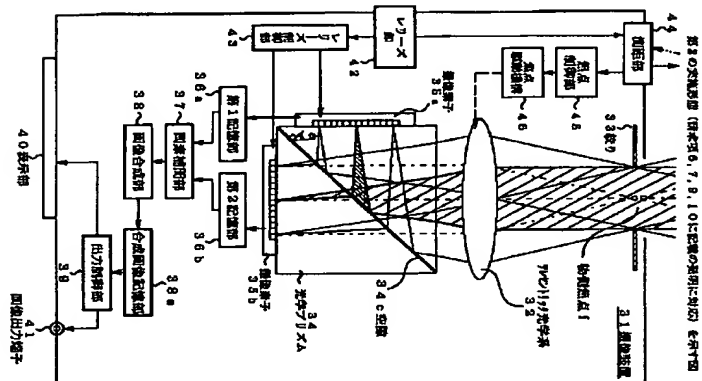




【図10】

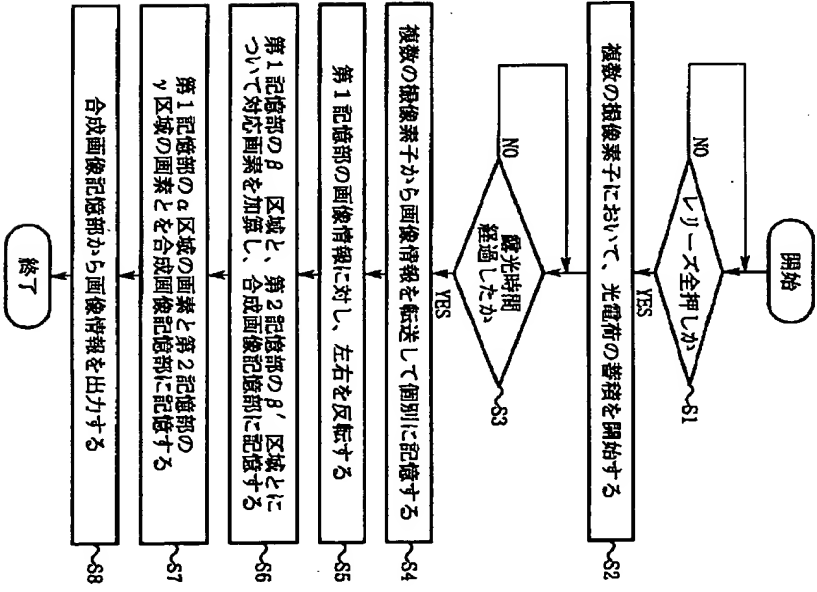


【図12】



【図11】

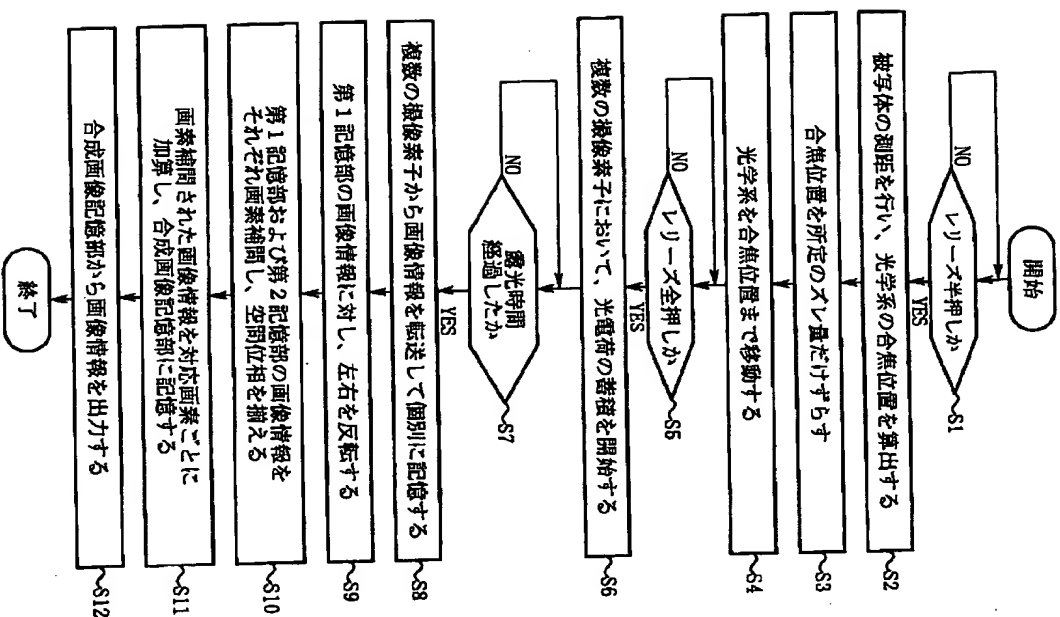
第1の実施形態の動作を示す流れ図





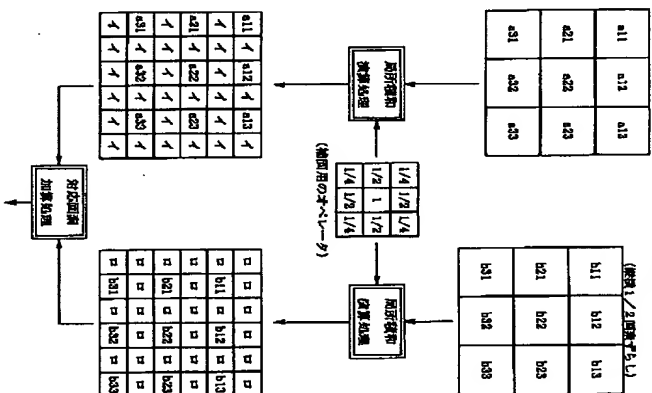
【図13】

## 第2の実施形態の動作を示す流れ図



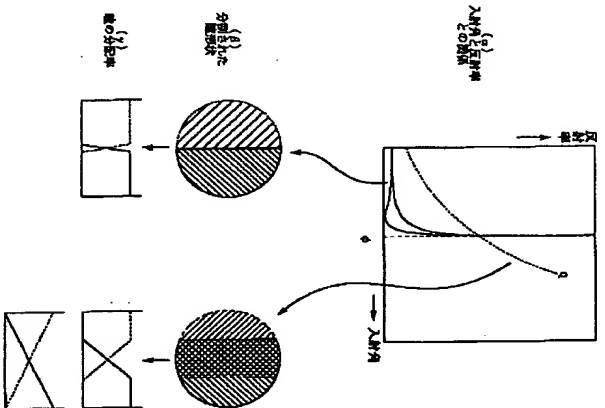
【図14】

## 合成画像のデータプログラムを取得する図



【図15】

## 撮像素子のクロスオーバー現象を説明する図



【図16】

如図面等より行なった撮像装置の構成を説明する図

